

(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES
PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum
Internationales Büro



(43) Internationales Veröffentlichungsdatum
4. Oktober 2001 (04.10.2001)

PCT

(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 01/73981 A1

(51) Internationale Patentklassifikation: **H04B 10/155**

(21) Internationales Aktenzeichen: **PCT/DE00/04662**

(22) Internationales Anmeldedatum:
28. Dezember 2000 (28.12.2000)

(25) Einreichungssprache: **Deutsch**

(26) Veröffentlichungssprache: **Deutsch**

(30) Angaben zur Priorität:
100 15 192.2 27. März 2000 (27.03.2000) **DE**

(71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme von
US): **SIEMENS AKTIENGESELLSCHAFT [DE/DE];**
Wittelsbacher Platz 2, 80333 München (DE).

(72) Erfinder; und

(75) Erfinder/Anmelder (nur für US): **FÜRST, Cornelius**
[DE/DE]; Schäfflamstrasse 172, 81371 München (DE).
GEIGER, Harald [DE/DE]; Zugspitzstrasse 3, 82061
Neuried (DE). **MOHS, Georg [DE/DE];** Hermann-Pün-
der-Strasse 1, 81739 München (DE).

(74) Gemeinsamer Vertreter: **SIEMENS AKTIENGE-
SELLSCHAFT;** Postfach 22 16 34, 80506 München
(DE).

(81) Bestimmungsstaaten (national): **CN, JP, US.**

(84) Bestimmungsstaaten (regional): europäisches Patent (AT,
BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC,
NL, PT, SE, TR).

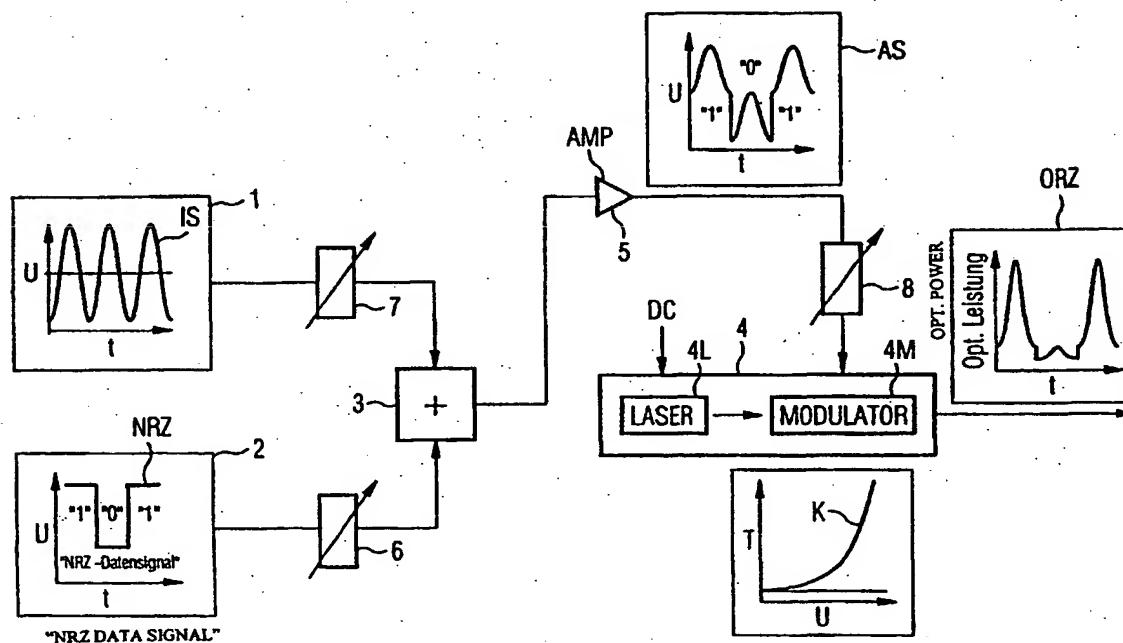
Veröffentlicht:

— mit internationalem Recherchenbericht

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) Title: **OPTICAL RZ DATA SIGNAL GENERATOR AND CORRESPONDING METHOD**

(54) Bezeichnung: **OPTISCHER RZ-DATENSIGNALGENERATOR SOWIE DAZUGEHÖRIGES VERFAHREN**



(57) Abstract: The invention relates to an optical RZ data signal generator and to a corresponding method for generating optical RZ data signals (ORZ) in optical networks. A simple addition of an electric pulse signal (IS) with an electric NRZ data signal (NRZ) results in an association signal (AS) that yields a high-extinction optical RZ signal (ORZ) when controlled by a controllable optical source (4) with a non-linear control characteristic (K).

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]



Zur Erklärung der Zweibuchstaben-Codes, und der anderen Abkürzungen wird auf die Erklärungen ("Guidance Notes on Codes and Abbreviations") am Anfang jeder regulären Ausgabe der PCT-Gazette verwiesen.

(57) Zusammenfassung: Die Erfindung betrifft einen optischen RZ-Datensignalgenerator sowie ein dazugehöriges Verfahren zum Erzeugen von optischen RZ-Datensignalen (ORZ) in optischen Netzwerken. Durch einfache Addition eines elektrischen Impulssignals (IS) mit einem elektrischen NRZ-Datensignal (NRZ) erhält man ein Verknüpfungssignal (AS), welches bei geeigneter Ansteuerung einer steuerbaren optischen Quelle (4) mit nichtlinearer Steuerkennlinie (K) ein optisches RZ-Datensignal (ORZ) mit hoher Extinktion liefert.

Beschreibung

Optischer RZ-Datensignalgenerator sowie dazugehöriges Verfahren

5

Die vorliegende Erfindung bezieht sich auf einen optischen RZ-Datensignalgenerator sowie ein dazugehöriges Verfahren und insbesondere auf einen optischen RZ-Datensignalgenerator zum Erzeugen von RZ-Impulsen für die Fernübertragung in optischen Kommunikationsnetzwerken.

10

Optische Kommunikationsnetzwerke bestehen üblicherweise aus einer Lichtquelle wie beispielsweise einer Laserdiode, einem steuerbaren Hochgeschwindigkeitsmodulator, der die Lichtquelle in Abhängigkeit von einem zu übertragenden Datensignal moduliert, einem optischen Übertragungsmedium wie z.B. einer Glasfaser, einem Fotodetektor wie z.B. einer p-i-n-Fotodiode und einer Empfangsschaltung zum Auswerten und Decodieren der vom Fotodetektor aufgenommenen optischen Signale.

20

Zur Vermeidung von zusätzlichen Regenerationsschaltungen auf elektrischer Ebene (z.B. Repeatern) ist insbesondere in der optischen Fernübertragung eine maximale Reichweite bei maximalen Datenraten erwünscht. Diese maximale Reichweite wird insbesondere durch Dispersion, Dämpfung und optische Nichtlinearitäten im Übertragungsmedium bzw. dem Glasfaserkabel beeinträchtigt.

25

In herkömmlichen optischen Kommunikationsnetzwerken werden die Daten üblicherweise in einem „Non-Return-to-Zero“ (NRZ)-Format übertragen, wobei die binär codierten Werte für „0“ und „1“ in vorgegebenen Zeitschlitten gesendet und empfangen werden. Eine maximale Reichweite bei einer vorbestimmten Datenrate ist jedoch bei einem derartigen NRZ-Übertragungsformat stark durch die Dispersion und Nichtlinearitäten des optischen Übertragungsmediums begrenzt. Zur Realisierung von sehr hohen Datenraten werden daher in optischen Netzwerken

35

zunehmend sogenannte RZ-Impulse (z.B. Soliton-Impulse) verwendet, welche insbesondere von den optischen Nichtlinearitäten des Übertragungsmediums bzw. der Glasfaser weniger beeinflusst werden. Der RZ-Impuls besitzt hierbei eine Impulsbreite, die geringer ist als die Breite des dazugehörigen Zeitschlitzes, weshalb er in einem sogenannten „Return-to-Zero“ (RZ)-Format übertragen wird. Genauer gesagt kehrt die Amplitude eines jeweiligen Lichtimpulses in jedem Zeitschlitz immer wieder auf einen Null-Wert zurück. Auf diese Weise erhält man verbesserte optische Datenübertragungseigenschaften.

Zur Realisierung derartiger RZ-Impulse bzw. optischer RZ-Datensignale wurde bisher eine Dauerstrichlichtquelle (CW-Laser) verwendet und dessen kontinuierliches Licht mittels eines ersten Modulators in gleichmäßige RZ-Impulse umgewandelt. Anschließend wurde mittels eines zweiten Modulators die eigentliche Codierung der Daten auf die Lichtimpulse durchgeführt, wobei ein elektrisches NRZ-Datensignal den zweiten Modulator ansteuert. Auf Grund der Verwendung von zwei getrennten Modulatoren ergeben sich jedoch Probleme bei der Synchronisation, wobei ferner eine Integrierung bzw. Verkleinerung des RZ-Datensignalgenerators kaum möglich ist.

Figur 1 zeigt ein vereinfachtes Blockschaltbild eines weiteren herkömmlichen optischen RZ-Datensignalgenerators, wie er beispielsweise aus der Druckschrift EP 0 690 534 A2 bekannt ist. Gemäß Figur 1 wird von einem Impulssignalgenerator 1 ein elektrisches Impulssignal IS erzeugt. In gleicher Weise erzeugt ein Datensignalgenerator 2 ein zu übertragendes NRZ-Datensignal NRZ (Non-Return-to-Zero). Das Impulssignal IS und das NRZ-Datensignal NRZ werden einer Verknüpfungseinrichtung 3 zugeführt, die im Wesentlichen aus einem Dual-Gate-Feldeffekttransistor besteht und eine „UND“-Verknüpfung der beiden Signale durchführt. Aufgrund der „UND“-Verknüpfung durch die Verknüpfungseinrichtung 3 werden dem NRZ-Datensignal entsprechende Impulse des Impulssignals IS ausgeblendet, wodurch man

als Verknüpfungssignal RZ ein elektrisches Return-to-Zero-Signal erhält, welches dem NRZ-Datensignal NRZ entspricht. Das Verknüpfungssignal RZ wird anschließend einer steuerbaren optischen Quelle 4 zugeführt, die eine Laserdiode 4L und einen Hochgeschwindigkeitsmodulator 4M aufweist. Eine Modulation des von der Laserdiode 4L abgestrahlten Dauerlichts erfolgt hierbei im Wesentlichen durch den Hochgeschwindigkeitsmodulator 4M in Abhängigkeit vom Verknüpfungssignal RZ, wodurch man ein entsprechendes optisches RZ-Datensignal ORZ erhält. Auf diese Weise kann unter Verwendung von lediglich einem Modulator bzw. einer steuerbaren optischen Quelle ein optisches RZ-Datensignal erzeugt werden. Nachteilig bei diesem herkömmlichen optischen RZ-Datensignalgenerator ist jedoch die Verwendung der „UND“-Verbindungseinrichtung und insbesondere die Realisierung mittels Dual-Gate-Feldeffekttransistoren. Insbesondere die notwendigen hohen Ansteuerpegel von ca. 2 V bedeuten einen wesentlichen Nachteil bei der Realisierung einer derartigen UND-Verknüpfung, da zusätzliche Verstärker zur Realisierung dieser Ansteuerpegel bzw. Ansteuer-signale erforderlich sind. Darüber hinaus ist die Realisierung derartiger Dual-Gate-Feldeffekttransistoren relativ schwierig und insbesondere eine Integration in beispielsweise einer anwenderspezifischen integrierten Schaltung kaum möglich.

25

Der Erfindung liegt daher die Aufgabe zu Grunde, einen optischen RZ-Datensignalgenerator mit vereinfachter elektronischer Schaltung sowie ein dazugehöriges Verfahren zu schaffen, der kostengünstig herzustellen ist und eine verbesserte Integrierbarkeit aufweist.

30

Erfindungsgemäß wird diese Aufgabe hinsichtlich des Datensignalgenerators durch die Merkmale des Patentanspruchs 1 und hinsichtlich des Verfahrens durch die Maßnahmen des Patentanspruchs 10 gelöst.

35

Insbesondere durch die Verwendung eines Addierers zum potentialmäßigen Addieren des Impulssignals und des NRZ-Datensignals in Verbindung mit einer nichtlinearen Steuerkennlinie der steuerbaren optischen Quelle kann wiederum ein optisches RZ-Datensignal erzeugt werden, wobei jedoch der Aufwand für die Verknüpfungseinrichtung wesentlich verringert ist. Darüber hinaus lässt sich ein derartiger Addierer auf einfache Weise in einer anwenderspezifischen integrierten Schaltung realisieren.

Bei Verwendung eines Differenzverstärkers zur Realisierung der Verknüpfungseinrichtung und eines nachfolgenden Verstärkers ergibt sich eine besonders einfache Ausführungsform, wenn die Impulssignale und die NRZ-Datensignale im Wesentlichen um 180° phasenverschoben sind.

Optional kann durch Verwendung eines Phasenstellglieds und eines Amplitudenstellglieds die Phase und die Amplitude des Impulssignals und des NRZ-Datensignals aneinander angeglichen werden, wodurch man eine weitere Verbesserung des optischen RZ-Datensignals erhält.

Ein Anpassungsglied passt vorzugsweise das Verknüpfungssignal derart an einen optimalen Arbeitsbereich der steuerbaren optischen Quelle an, dass ein optimaler Kennlinienbereich mit maximaler Nichtlinearität für die Ansteuerung der optischen Quelle verwendet wird. Auf diese Weise wird eine maximale Extinktion für das optische RZ-Datensignal erreicht.

In den weiteren Unteransprüchen sind weitere vorteilhafte Ausgestaltungen der Erfindung gekennzeichnet.

Die Erfindung wird nachstehend anhand von Ausführungsbeispielen unter Bezugnahme auf die Zeichnung näher beschrieben.

Es zeigen:

- Figur 1 eine vereinfachte Blockdarstellung eines herkömmlichen optischen RZ-Datensignalgenerators;
- Figur 2 eine vereinfachte Blockdarstellung eines optischen RZ-Datensignalgenerators gemäß einem ersten Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung;
- Figur 3 eine vereinfachte Darstellung von Signalverläufen zur Veranschaulichung der jeweiligen Verfahrensschritte zur Herstellung des erfindungsgemäßen RZ-Datensignals;
- Figur 4 ein Augenmuster des optischen RZ-Datenausgangssignals gemäß der vorliegenden Erfindung; und
- Figur 5 eine vereinfachte Blockdarstellung eines optischen RZ-Datensignalgenerators gemäß einem zweiten Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung.
- Figur 2 zeigt eine vereinfachte Blockdarstellung eines ersten Ausführungsbeispiels des erfindungsgemäßen optischen RZ-Datensignalgenerators, wobei gleiche Bezugszeichen gleiche oder ähnliche Elemente wie in Figur 1 darstellen und zur Vermeidung von Wiederholungen auf eine detaillierte Beschreibung nachfolgend verzichtet wird.

Gemäß Figur 2 wird in einem Impulssignalgenerator 1 ein Impulssignal IS erzeugt, welches im Wesentlichen zur Realisierung von Einzel-Impulsen dient. Als Impulssignal IS wird z.B. ein Sinussignal verwendet, welches von einem Systemtakt abgeleitet ist. Es können jedoch auch andere Impulssignale verwendet werden wie z.B. Rechteckimpulse, Halbwellen, Dreieckimpulse usw. Ein Datensignalgenerator 2 erzeugt ein zu übertragendes NRZ-Datensignal NRZ (non-return-to-zero), welches üblicherweise aus einer Folge von „0“- und „1“-Werten besteht.

Ein wesentlicher Unterschied der vorliegenden Erfindung gegenüber dem Stand der Technik gemäß Figur 1 besteht nunmehr in der Realisierung einer Verknüpfungseinrichtung 3, welche zum Erzeugen eines Verknüpfungssignals AS das Impulssignal IS und das NRZ-Datensignal NRZ mit einem Addierer potentialmäßig addiert. Genauer gesagt werden nunmehr in der Verknüpfungseinrichtung 3 die jeweiligen Spannungen des Impulssignals IS und des NRZ-Datensignals miteinander addiert, wodurch sich ein addiertes Signal bzw. das Verknüpfungssignal AS ergibt.

Im Gegensatz zu der herkömmlichen „UND“-Verknüpfung gemäß Figur 1 mittels der Dual-Gate-Feldeffekttransistoren (elektrisches RZ-Signal) kann die erfindungsgemäße spannungsmäßige Addition auf sehr einfache Art und Weise realisiert werden, wobei trotz der außerordentlich hohen Taktraten die Anforderungen gering sind. Beispielsweise kann ein derartiger Addierer der Verknüpfungseinrichtung 3 durch ein einfaches Widerstandsnetzwerk realisiert werden, wodurch sich die Potentiale der jeweiligen Impuls- und NRZ-Datensignale überlagern. Dieses Verknüpfungssignal AS wird nunmehr einer steuerbaren optischen Quelle 4 zugeführt, welche eine nichtlineare Steuerkennlinie K aufweist. Die Erfindung nutzt nunmehr die Nichtlinearität der Steuerkennlinie K derart aus, dass das um einen Mittelwert symmetrisch liegende Verknüpfungssignal AS für Spannungswerte unterhalb des Mittelwerts eine nahezu vollständige Auslöschung und für darüber liegende Werte eine nahezu vollständige Transmission von Licht ermöglicht.

Vorzugsweise besteht hierbei die steuerbare optische Quelle 4 aus einer Dauerstrichlichtquelle 4L wie z.B. einer Laserdiode und einem Elektroabsorptionsmodulator 4M. Derartige Elektroabsorptionsmodulatoren besitzen eine stark nichtlineare Steuerkennlinie K, wodurch oberhalb eines Mittelwerts des Verknüpfungssignals AS liegende Spannungswerte mit einer relativ hohen optischen Leistung bzw. guten Transmission einhergehen und unterhalb des Mittelwerts liegende Spannungswerte eine nahezu vollständige Unterdrückung von abgestrahltem Licht be-

wirken. Auf diese Weise erhält man ein optisches RZ-Datensignal ORZ, welches für logische „0“ eine relativ geringe optische Leistung aufweist.

5 Figur 4 zeigt ein am Ausgang der steuerbaren optischen Quelle 4 aufgenommenes Augenmuster des optischen RZ-Datensignals ORZ gemäß der vorliegenden Erfindung.

10 Gemäß Figur 2 besteht die steuerbare optische Quelle 4 aus einer Dauerstrichlichtquelle 4L und einem Elektroabsorptionsmodulator 4M. Es können jedoch auch andere Lichtquellen und Hochgeschwindigkeitsmodulatoren verwendet werden. Insbesondere kann auch eine unmittelbar steuerbare optische Quelle verwendet werden, die beispielsweise keinen Modulator aufweist
15 und direkt in Abhängigkeit vom Verknüpfungssignal AS ein entsprechendes Ausgangs(licht)signal erzeugt, sofern es nur eine ausreichend nichtlineare Steuerkennlinie aufweist.

20 Gemäß Figur 2 kann optional ein Verstärker 5 zum elektrischen Verstärken des Verknüpfungssignals AS dem Addierer bzw. der Verknüpfungseinrichtung 3 nachgeschaltet werden. Die Verknüpfung der Impulssignale IS und NRZ-Datensignale kann dadurch auf einfache Art und Weise in einem Kleinsignalbereich erfolgen, wodurch sich eine hohe Phasenstabilität ergibt. Ferner
25 kann gemäß Figur 2 ein Amplitudenstellglied 6 zum Angleichen der Amplituden des NRZ-Datensignals NRZ an die Amplituden des Impulssignals IS verwendet werden. Ein derartiges Amplitudenstellglied 6 befindet sich beispielsweise im Pfad des NRZ-Datensignals NRZ und wird durch einen steuerbaren Verstärker
30 realisiert. Zum Angleichen der Phasen zwischen dem Impulssignal IS und dem NRZ-Datensignal NRZ kann ferner ein Phasenstellglied 7 verwendet werden, welches sich gemäß Figur 2 beispielsweise im Pfad des Impulssignals IS befindet. Durch die optimale Angleichung bzw. Anpassung der Phasen und der
35 Amplituden des Impulssignals IS und des NRZ-Datensignals NRZ erhält man eine besonders hohe Extinktion (Verhältnis von „1“ zu „0“-Werten) in der steuerbaren optischen Quelle 4, wodurch

sich die Qualität des optischen RZ-Datensignals ORZ verbessert. Vorzugsweise sind hierbei die Amplituden des Impulssignals und des NRZ-Datensignals gleich groß, wobei ihre Phasen unmittelbar übereinstimmen.

5

Ferner kann gemäß Figur 2 ein Anpassungsstellglied 8 zum Anpassen des Verknüpfungssignals AS an einen optimalen Arbeitsbereich der steuerbaren optischen Quelle 4 verwendet werden. Das Anpassungsstellglied 8 dient hierbei der Positionierung
10 des Verknüpfungssignals AS in einem optimalen Kennlinienbereich der nichtlinearen Kennlinie K der optischen Quelle 4, wobei vorzugsweise ein Bereich mit stärkster Nichtlinearität ausgewählt wird. Das Anpassungsstellglied 8 besitzt hierfür beispielsweise ein nicht dargestelltes Amplitudenstellelement
15 zum Einstellen eines Amplitudenbereichs des Verknüpfungssignals AS und ein nicht dargestelltes Offsetstellelement zum Einstellen eines Arbeitspunktes auf der Kennlinie der steuerbaren optischen Quelle. Als Offsetstellelement wird vorzugsweise ein Bias-T verwendet, das eine Einstellung eines geeigneten Arbeitspunktes der steuerbaren optischen Quelle bzw.
20 des Modulators 4M ermöglicht und eine optimale Extinktion bei kontrolliertem Chirp des Modulators 4M ermöglicht.

25

Figur 3 zeigt eine vereinfachte Darstellung von Signalen zur Veranschaulichung der Verfahrensschritte zum Erzeugen des optischen RZ-Datensignals ORZ gemäß der vorliegenden Erfindung. Demzufolge werden zunächst die phasen- und amplitudenmäßig angeglichenen Impuls- und NRZ-Datensignale in der Verknüpfungseinrichtung potentialmäßig addiert bzw. überlagert.

30

Durch die Addition der Sinuswelle des Impulssignals mit dem Rechteck des NRZ-Datensignals ergibt sich ein „ADD-Signal“ bzw. Verknüpfungssignal, welches auf den ersten Blick als ungeeignet für die Steuerung der optischen Quelle 4 erscheint.

35

Unter Ausnutzung der Nichtlinearität der Modulatorkennlinie bzw. Steuerkennlinie der steuerbaren optischen Quelle kann jedoch ein unterhalb bzw. in Figur 3 links neben einem Mittelwert des Verknüpfungssignals liegender Spannungswert zu

wirken. Auf diese Weise erhält man ein optisches RZ-Datensignal ORZ, welches für logische „0“ eine relativ geringe optische Leistung aufweist.

- 5 Figur 4 zeigt ein am Ausgang der steuerbaren optischen Quelle 4 aufgenommenes Augenmuster des optischen RZ-Datensignals ORZ gemäß der vorliegenden Erfindung.

1 Gemäß Figur 2 besteht die steuerbare optische Quelle 4 aus
10 einer Dauerstrichlichtquelle 4L und einem Elektroabsorptionsmodulator 4M. Es können jedoch auch andere Lichtquellen und Hochgeschwindigkeitsmodulatoren verwendet werden. Insbesondere kann auch eine unmittelbar steuerbare optische Quelle verwendet werden, die beispielsweise keinen Modulator aufweist
15 und direkt in Abhängigkeit vom Verknüpfungssignal AS ein entsprechendes Ausgangs(licht)signal erzeugt, sofern es nur eine ausreichend nichtlineare Steuerkennlinie aufweist.

1 Gemäß Figur 2 kann optional ein Verstärker 5 zum elektrischen
20 Verstärken des Verknüpfungssignals AS dem Addierer bzw. der Verknüpfungseinrichtung 3 nachgeschaltet werden. Die Verknüpfung der Impulssignale IS und NRZ-Datensignale kann dadurch auf einfache Art und Weise in einem Kleinsignalbereich erfolgen, wodurch sich eine hohe Phasenstabilität ergibt. Ferner
25 kann gemäß Figur 2 ein Amplitudenstellglied 6 zum Angleichen der Amplituden des NRZ-Datensignals NRZ an die Amplituden des Impulssignals IS verwendet werden. Ein derartiges Amplitudenstellglied 6 befindet sich beispielsweise im Pfad des NRZ-Datensignals NRZ und wird durch einen steuerbaren Verstärker
30 realisiert. Zum Angleichen der Phasen zwischen dem Impulssignal IS und dem NRZ-Datensignal NRZ kann ferner ein Phasenstellglied 7 verwendet werden, welches sich gemäß Figur 2 beispielsweise im Pfad des Impulssignals IS befindet. Durch die optimale Angleichung bzw. Anpassung der Phasen und der
35 Amplituden des Impulssignals IS und des NRZ-Datensignals NRZ erhält man eine besonders hohe Extinktion (Verhältnis von „1“ zu „0“-Werten) in der steuerbaren optischen Quelle 4, wodurch

sich die Qualität des optischen RZ-Datensignals ORZ verbessert. Vorzugsweise sind hierbei die Amplituden des Impulssignals und des NRZ-Datensignals gleich groß, wobei ihre Phasen unmittelbar übereinstimmen.

5

Ferner kann gemäß Figur 2 ein Anpassungsstellglied 8 zum Anpassen des Verknüpfungssignals AS an einen optimalen Arbeitsbereich der steuerbaren optischen Quelle 4 verwendet werden. Das Anpassungsstellglied 8 dient hierbei der Positionierung
10 des Verknüpfungssignals AS in einem optimalen Kennlinienbereich der nichtlinearen Kennlinie K der optischen Quelle 4, wobei vorzugsweise ein Bereich mit stärkster Nichtlinearität ausgewählt wird. Das Anpassungsstellglied 8 besitzt hierfür beispielsweise ein nicht dargestelltes Amplitudenstellelement
15 zum Einstellen eines Amplitudenbereichs des Verknüpfungssignals AS und ein nicht dargestelltes Offsetstellelement zum Einstellen eines Arbeitspunktes auf der Kennlinie der steuerbaren optischen Quelle. Als Offsetstellelement wird vorzugsweise ein Bias-T verwendet, das eine Einstellung eines geeigneten Arbeitspunktes der steuerbaren optischen Quelle bzw.
20 des Modulators 4M ermöglicht und eine optimale Extinktion bei kontrolliertem Chirp des Modulators 4M ermöglicht.

25

Figur 3 zeigt eine vereinfachte Darstellung von Signalen zur Veranschaulichung der Verfahrensschritte zum Erzeugen des optischen RZ-Datensignals ORZ gemäß der vorliegenden Erfindung. Demzufolge werden zunächst die phasen- und amplitudenmäßig angeglichenen Impuls- und NRZ-Datensignale in der Verknüpfungseinrichtung potentialmäßig addiert bzw. überlagert.
30 Durch die Addition der Sinuswelle des Impulssignals mit dem Rechteck des NRZ-Datensignals ergibt sich ein „ADD-Signal“ bzw. Verknüpfungssignal, welches auf den ersten Blick als ungeeignet für die Steuerung der optischen Quelle 4 erscheint. Unter Ausnutzung der Nichtlinearität der Modulatorkennlinie
35 bzw. Steuerkennlinie der steuerbaren optischen Quelle kann jedoch ein unterhalb bzw. in Figur 3 links neben einem Mittelwert des Verknüpfungssignals liegender Spannungswert zu

einer starken Auslöschung im Modulator führen. Andererseits bewirken Spannungswerte oberhalb des Mittelwerts eine erhöhte Transmittanz bzw. optische Leistung des Modulators bzw. der optischen Quelle, wodurch man ein optisches RZ-Datensignal mit starker Extinktion erhält.

Gemäß Figur 3 wird das ADD-Signal bzw. Verknüpfungssignal AS derart in einen Arbeitsbereich der Modulatorkennlinie gelegt, dass eine maximale Nichtlinearität ausgenutzt wird, wobei als nichtlineare Steuerkennlinien vorzugsweise Kennlinien mit einem Schwellwert, wie sie beispielsweise in einem Elektroabsorptionsmodulator realisiert sind, verwendet werden. Da die einem „0“-Wert entsprechende Sinuswelle stark gedämpft ist, erhält man somit ein optisches RZ-Datensignal ORZ, ohne dass ein zusätzlicher Modulator zur Codierung der Daten auf die Impulsfolge eingesetzt werden muss und ohne dass eine schwer zu realisierende „UND“-Verknüpfung beispielsweise mittels Dual-Gate-Feldeffekttransistoren erforderlich ist.

Figur 5 zeigt eine vereinfachte Blockdarstellung eines optischen RZ-Datensignalgenerators gemäß einem zweiten Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung, wobei gleiche Bezugszeichen gleiche oder ähnliche Elemente bezeichnen und auf eine detaillierte Beschreibung nachfolgend verzichtet wird.

Der optische RZ-Datensignalgenerator gemäß dem zweiten Ausführungsbeispiel ermöglicht eine besonders einfache Realisierung, die insbesondere bei der Integration in einer anwenderspezifischen integrierten Schaltung (ASIC) zum Einsatz kommt. Gemäß Figur 5 besitzt der optische RZ-Datensignalgenerator wiederum einen Impulssignalgenerator 1 zum Erzeugen eines Impulssignals IS und einen Datensignalgenerator 2 zum Erzeugen eines NRZ-Datensignals NRZ. Der Impulssignalgenerator 1 und der Datensignalgenerator 2 sind hierbei in einer integrierten Schaltung (ASIC) ausgebildet, wodurch die Amplituden automatisch angeglichen sind, oder nur geringfügige Unterschiede aufweisen. Die Phasen des Impulssignals IS und des NRZ-

Datensignals NRZ werden vorzugsweise derart eingestellt, dass sie im Wesentlichen eine 180° -Phasenverschiebung aufweisen. Zur Feinjustierung bzw. zum exakten Angleichen der Phasen auf genau 180° Phasenverschiebung zwischen dem Impulssignal IS und dem NRZ-Datensignal NRZ besitzt der optische RZ-Datensignalgenerator wiederum ein Phasenstellglied 7 beispielsweise im Pfad des Impulssignals IS.

Als Verknüpfungseinrichtung bzw. Addierer wird gemäß Figur 5 nunmehr ein in der gleichen integrierten Schaltung (ASIC) realisierter Differenzverstärker 3' verwendet, wobei das um 180° phasenverschobene Impulssignal IS dem negativen Eingang zugeführt wird. Der besondere Vorteil des optischen RZ-Datensignalgenerators gemäß Figur 5 liegt nunmehr in der speziellen Verwendung des Differenzverstärkers 3' in Kombination mit einem um 180° phasenverschoben erzeugten Impulssignal IS. Die potentialmäßige Addition des Impulssignals IS zum NRZ-Datensignal NRZ erfolgt hierbei automatisch durch den Differenzverstärker 3'. Darüber hinaus verwirklicht der Differenzverstärker 3' die Verstärkerfunktionen entsprechend dem Verstärker 5 und dem Anpassungsstellglied 8 in Figur 2, wodurch sich eine besonders einfache und kostengünstige Realisierung ergibt. Der optische RZ-Datensignalgenerator besteht demzufolge lediglich aus der steuerbaren optischen Quelle 4 mit ihrer Dauerstrichlichtquelle 4L bzw. Laserdiode und dem Elektroabsorptionsmodulator 4M, wodurch sowohl der Platzbedarf als auch die Kosten dadurch wesentlich verringert werden können. Sofern die steuerbare optische Quelle 4 bzw. der Hochgeschwindigkeitsmodulator 4M eine ausreichend nichtlineare Kennlinie aufweist, erhält man wiederum das in Figur 3 dargestellte optische RZ-Datensignal ORZ mit hoher Extinktion.

Patentansprüche

1. Optischer RZ-Datensignalgenerator zum Erzeugen von optischen RZ-Datensignalen (ORZ) in optischen Netzwerken mit:
5 einem Impulssignalgenerator (1) zum Erzeugen eines Impulssignals (IS);
einem Datensignalgenerator (2) zum Erzeugen eines NRZ-Datensignals (NRZ);
1 einer Verknüpfungseinrichtung (3) zum Erzeugen eines Verknüpfungssignals (AS) aus dem Impulssignal (IS) und dem NRZ-Datensignal (NRZ); und
10 einer steuerbaren optischen Quelle (4), die in Abhängigkeit vom Verknüpfungssignal (AS) das optische RZ-Datensignal (ORZ) ausgibt,
15 d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t, dass die Verknüpfungseinrichtung (3) einen Addierer zum potentialmäßigen Addieren des Impulssignals (IS) und des NRZ-Datensignals (NRZ) und die steuerbare optische Quelle (4) eine nichtlineare Steuerkennlinie (K) aufweist.
20
2. Optischer RZ-Datensignalgenerator nach Patentanspruch 1, g e k e n n z e i c h n e t d u r c h einen Verstärker (5) zum elektrischen Verstärken des Verknüpfungssignals (AS).
- 25 3. Optischer RZ-Datensignalgenerator nach Patentanspruch 2, d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t, dass die Verknüpfungseinrichtung (3) und der Verstärker (5) einen Differenzverstärker (3') darstellen.
- 30 4. Optischer RZ-Datensignalgenerator nach einem der Patentansprüche 1 bis 3, g e k e n n z e i c h n e t d u r c h ein Phasenstellglied (7) zum Angleichen der Phasen des NRZ-Datensignals (NRZ) an das Impulssignal (IS).

5. Optischer RZ-Datensignalgenerator nach einem der Patentansprüche 1 bis 4,
g e k e n n z e i c h n e t d u r c h ein Amplitudenstell-
5 glied (6) zum Angleichen der Amplituden des Impulssignals (IS) und des NRZ-Datensignals (NRZ).
6. Optischer RZ-Datensignalgenerator nach einem der Patentansprüche 1 bis 5,
10 g e k e n n z e i c h n e t d u r c h ein Anpassungsstellglied (8) zum Anpassen des Verknüpfungssignals (AS) an einen optimalen Arbeitsbereich der steuerbaren optischen Quelle (4).
- 15 7. Optischer RZ-Datensignalgenerator nach Patentanspruch 6, d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t, dass das Anpassungsstellglied (8) ein Amplitudenstellelement zum Einstellen eines Amplitudenbereichs des Verknüpfungssignals (AS) und ein Offsetstellelement zum Einstellen eines Arbeitspunktes der
20 steuerbaren optischen Quelle (4) aufweist.
8. Optischer RZ-Datensignalgenerator nach einem der Patentansprüche 1 bis 7,
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t, dass die steuerbare optische Quelle (4) eine Dauerstrichlichtquelle (4L)
25 und einen Elektroabsorptionsmodulator (4M) aufweist.
9. Optischer RZ-Datensignalgenerator nach einem der Patentansprüche 1 bis 8,
30 d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t, dass der Impulssignalgenerator (1), der Datensignalgenerator (2), die Verknüpfungseinrichtung (3), der Verstärker (5), das Phasestellglied (7), das Amplitudenstellglied (6) und das Anpassungsstellglied (8) in einer integrierten Schaltung realisiert sind.
35

10. Verfahren zur Erzeugung eines optischen RZ-Datensignals (ORZ) mit den Schritten:

- a) Erzeugen eines elektrischen Impulssignals (IS);
- b) Erzeugen eines elektrischen NRZ-Datensignals (NRZ);
- 5 c) Erzeugen eines Verknüpfungssignals (AS) durch Addieren des Impulssignals (IS) und des NRZ-Datensignals (NRZ); und
- d) Erzeugen des optischen RZ-Datensignals (ORZ) durch Ansteuern einer optischen Quelle (4) mit nichtlinearer Kennlinie (K) mittels des Verknüpfungssignals (AS).

10

11. Verfahren nach Patentanspruch 10, gekennzeichnet durch den weiteren Schritt des Angleichens der Amplituden und/oder der Phasen des Impulssignals (IS) und des NRZ-Datensignals (NRZ).

15

12. Verfahren nach Patentanspruch 10 oder 11, gekennzeichnet durch den weiteren Schritt des Angleichens der Amplitude und/oder des Offsets des Verknüpfungssignals (AS) an die nichtlineare Kennlinie (K) der steuerbaren optischen Quelle (4).

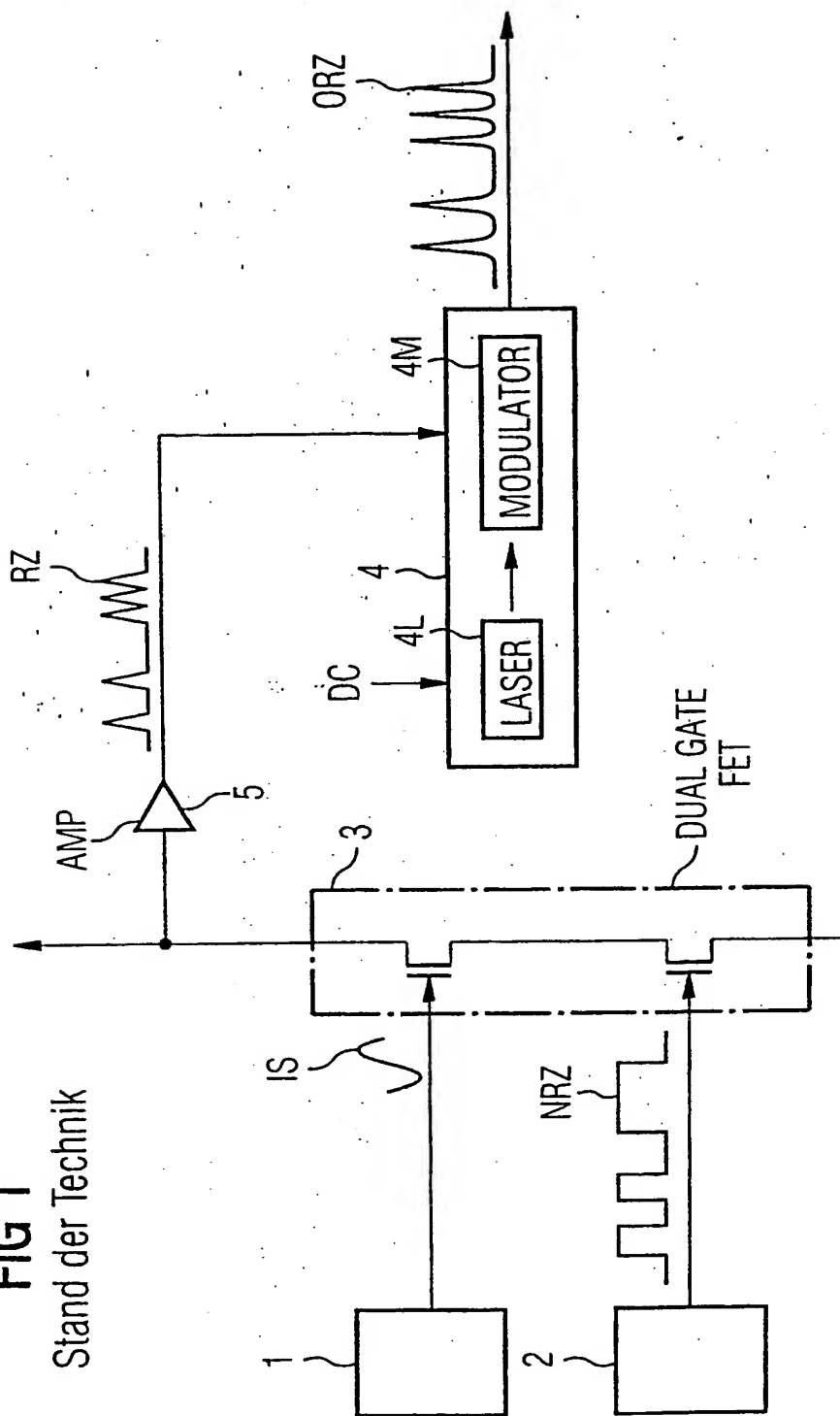
20

13. Verfahren nach einem der Patentansprüche 10 bis 12, dadurch gekennzeichnet, dass das Verknüpfungssignal (AS) durch einen Differenzverstärker (3') erzeugt wird.

25

1/4

FIG 1
Stand der Technik



2/4

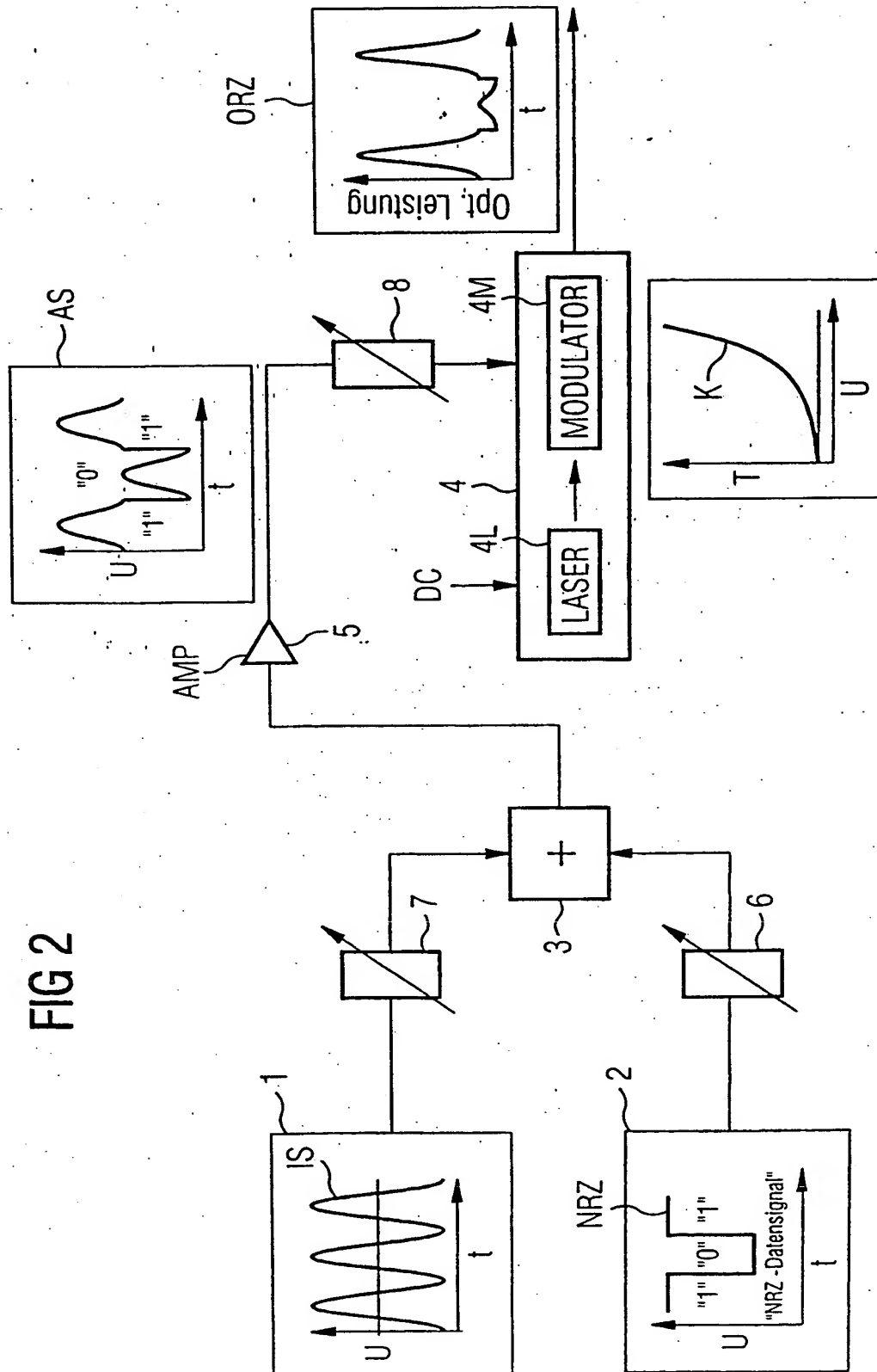
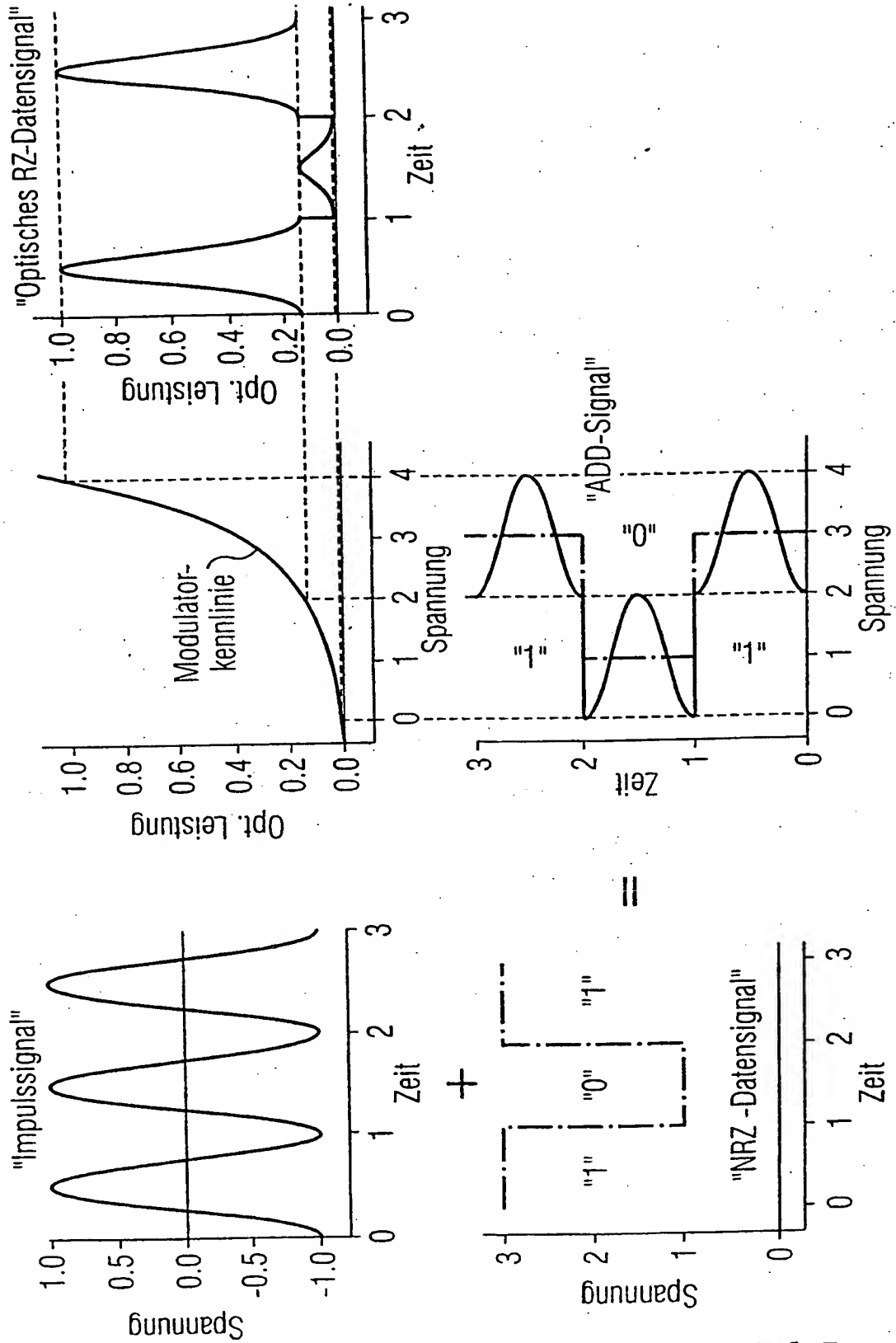


FIG 2

3/4

FIG 3



4/4

FIG 4

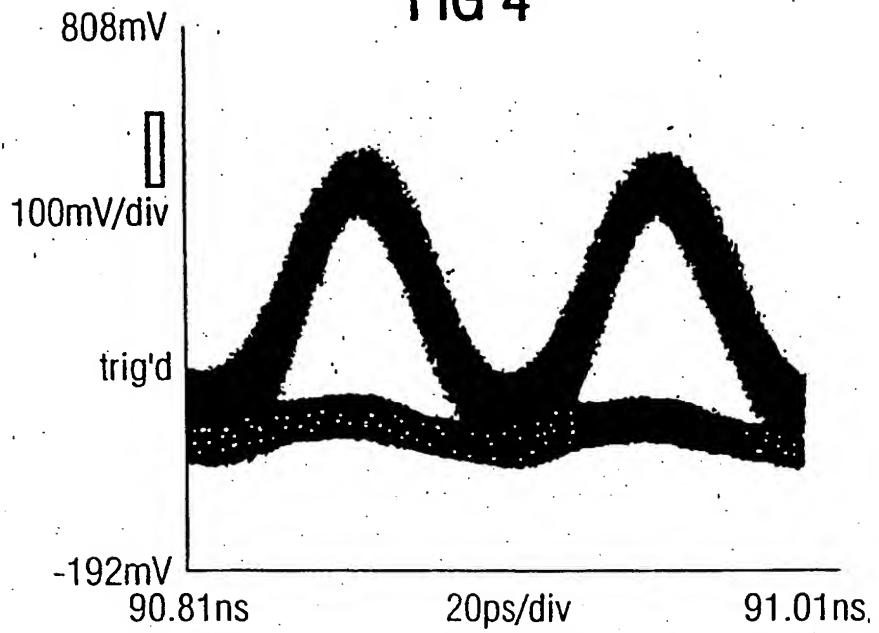
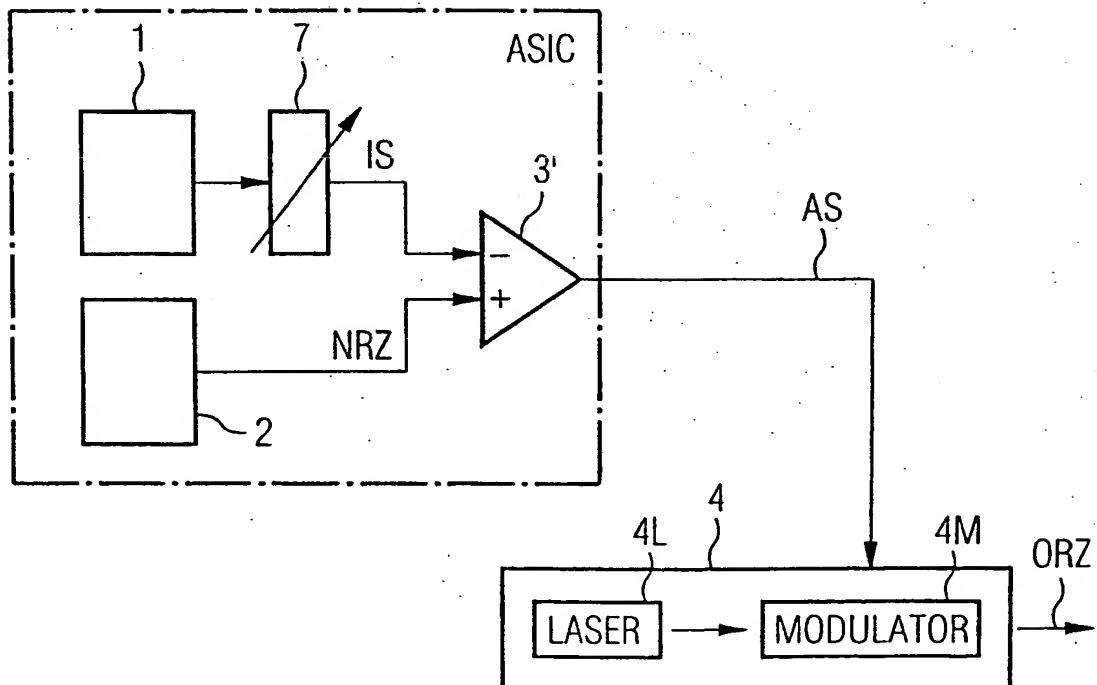


FIG 5



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No
PCT/DE 00/04662

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
IPC 7 H04B10/155

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)
IPC 7 H04B

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

EPO-Internal, WPI Data, PAJ, INSPEC

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	WO 97 31436 A (MOODIE DAVID GRAHAM ;WIDDOWSON,TERENCE (GB); SMITH KEVIN (GB); BRI) 28 August 1997 (1997-08-28) page 9, line 15 -page 10, line 19; figures 9,10	1,8,10
A	US. 5 444 561 A (KAMINISHI KATSUJI) 22 August 1995 (1995-08-22) figure 2B	1,10
A	EP 0 690 534 A (AT & T CORP) 3 January 1996 (1996-01-03) cited in the application figure 5	1,10

☐ Further documents are listed in the continuation of box C.

☒ Patent family members are listed in annex.

*** Special categories of cited documents:**

- *A* document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
- *E* earlier document but published on or after the international filing date
- *L* document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
- *O* document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
- *P* document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

- *T* later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
- *X* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
- *Y* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.
- *G* document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

16 May 2001

Date of mailing of the international search report

28/05/2001

Name and mailing address of the ISA
European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040. Tx. 31 651 epo nl,
Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Cochet, B

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International Application No

PCT/DE 00/04662

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
WO 9731436 A	28-08-1997	EP 0835002 A	08-04-1998
		AU 1888297 A	10-09-1997
		AU 3101197 A	14-01-1998
		EP 0883938 A	16-12-1998
		EP 0908035 A	14-04-1999
		WO 9750204 A	31-12-1997
		JP 2000513158 T	03-10-2000
		NO 983894 A	26-08-1998
		NZ 331214 A	28-10-1999
		AU 727247 B	07-12-2000
		AU 1802997 A	10-09-1997
		CA 2247189 A	28-08-1997
		CN 1213473 A	07-04-1999
		EP 0883942 A	16-12-1998
		WO 9731443 A	28-08-1997
		NO 983896 A	23-10-1998
		AU 717394 B	23-03-2000
		AU 1730197 A	02-09-1997
		CN 1211360 A	17-03-1999
		EP 0880832 A	02-12-1998
		WO 9730527 A	21-08-1997
		JP 2000504883 T	18-04-2000
		NO 983735 A	14-10-1998
		NZ 331103 A	29-09-1999
		US 6208672 B	27-03-2001
		US 5784185 A	21-07-1998
US 5444561 A	22-08-1995	JP 5244094 A	21-09-1993
		DE 4305418 A	16-09-1993
EP 0690534 A	03-01-1996	US 5521738 A	28-05-1996
		CA 2150728 A	31-12-1995
		EP 0957596 A	17-11-1999
		JP 8018140 A	19-01-1996

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International Application No

PCT/DE 00/04662

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
WO 9731436 A	28-08-1997	EP 0835002 A	08-04-1998
		AU 1888297 A	10-09-1997
		AU 3101197 A	14-01-1998
		EP 0883938 A	16-12-1998
		EP 0908035 A	14-04-1999
		WO 9750204 A	31-12-1997
		JP 2000513158 T	03-10-2000
		NO 983894 A	26-08-1998
		NZ 331214 A	28-10-1999
		AU 727247 B	07-12-2000
		AU 1802997 A	10-09-1997
		CA 2247189 A	28-08-1997
		CN 1213473 A	07-04-1999
		EP 0883942 A	16-12-1998
		WO 9731443 A	28-08-1997
		NO 983896 A	23-10-1998
		AU 717394 B	23-03-2000
		AU 1730197 A	02-09-1997
		CN 1211360 A	17-03-1999
		EP 0880832 A	02-12-1998
		WO 9730527 A	21-08-1997
		JP 2000504883 T	18-04-2000
		NO 983735 A	14-10-1998
		NZ 331103 A	29-09-1999
		US 6208672 B	27-03-2001
		US 5784185 A	21-07-1998
US 5444561 A	22-08-1995	JP 5244094 A	21-09-1993
		DE 4305418 A	16-09-1993
EP 0690534 A	03-01-1996	US 5521738 A	28-05-1996
		CA 2150728 A	31-12-1995
		EP 0957596 A	17-11-1999
		JP 8018140 A	19-01-1996

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen

PCT/DE 00/04662

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES
IPK 7 H04B10/155

Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPK) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPK

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)
IPK 7 H04B

Recherchierte aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)

EPO-Internal, WPI Data, PAJ, INSPEC

C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	WO 97 31436 A (MOODIE DAVID GRAHAM ; WIDDOWSON TERENCE (GB); SMITH KEVIN (GB); BRI) 28. August 1997 (1997-08-28) Seite 9, Zeile 15 - Seite 10, Zeile 19; Abbildungen 9, 10	1, 8, 10
A	US 5 444 561 A (KAMINISHI KATSUJI) 22. August 1995 (1995-08-22) Abbildung 2B	1, 10
A	EP 0 690 534 A (AT & T CORP) 3. Januar 1996 (1996-01-03) in der Anmeldung erwähnt Abbildung 5	1, 10

☐ Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen

☒ Siehe Anhang Patentfamilie

- * Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :
- * A* Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist
- * E* älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist
- * L* Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)
- * O* Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht
- * P* Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist

- * T* Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist
- * X* Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden
- * Y* Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist
- * G* Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche

16. Mai 2001

Absendedatum des internationalen Recherchenberichts

28/05/2001

Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde
Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,
Fax: (+31-70) 340-3016

Bevollmächtigter Bediensteter

Cochet, B

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen
PCT/DE 00/04662

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
WO 9731436 A	28-08-1997	EP 0835002 A	08-04-1998
		AU 1888297 A	10-09-1997
		AU 3101197 A	14-01-1998
		EP 0883938 A	16-12-1998
		EP 0908035 A	14-04-1999
		WO 9750204 A	31-12-1997
		JP 2000513158 T	03-10-2000
		NO 983894 A	26-08-1998
		NZ 331214 A	28-10-1999
		AU 727247 B	07-12-2000
		AU 1802997 A	10-09-1997
		CA 2247189 A	28-08-1997
		CN 1213473 A	07-04-1999
		EP 0883942 A	16-12-1998
		WO 9731443 A	28-08-1997
		NO 983896 A	23-10-1998
		AU 717394 B	23-03-2000
		AU 1730197 A	02-09-1997
		CN 1211360 A	17-03-1999
		EP 0880832 A	02-12-1998
		WO 9730527 A	21-08-1997
		JP 2000504883 T	18-04-2000
		NO 983735 A	14-10-1998
		NZ 331103 A	29-09-1999
		US 6208672 B	27-03-2001
		US 5784185 A	21-07-1998
US 5444561 A	22-08-1995	JP 5244094 A	21-09-1993
		DE 4305418 A	16-09-1993
EP 0690534 A	03-01-1996	US 5521738 A	28-05-1996
		CA 2150728 A	31-12-1995
		EP 0957596 A	17-11-1999
		JP 8018140 A	19-01-1996